

Fjordmiljømodellering av Skjerstadjorden

Bodø, Fauske og Saltdal kommune

Argus-rapport nr. 217-10-09

 **Argus Miljø as**

Bodø

REFERANSESIDE

Tittel Fjordmiljømodellering av Skjerstadvjorden, Bodø, Fauske og Saltdal kommune	Offentlig tilgjengelig: ja	Argus- rapport nr.: 217-10-09
	Antall sider: 23	Dato: 30.10.09
Forfattere: Morten Krogstad	Prosjektansvarlig (sign.) Morten Krogstad	
	Oppdragsgiver: Wenberg Fiskeoppdrett AS, Edelfarm og Salten Stamfisk AS	
Sammendrag: Denne rapporten er ment å gi et grunnlag for å bedre kunne vurdere Skjerstadvjordens evne til å omsette tilførsler fra antropogene (menneskeskapte) kilder, i dette tilfelle fiskeoppdrettsproduksjon. Fjorden har en god normaltilstand og er lite følsom overfor tilført organisk materiale. I følge modellen kan terskelbassenget motta tilførsler utover dagens produksjon uten å redusere oksygenminimumet i fjordbassengets bunnvann og siktedypet nevneverdig. Siktedypet vil imidlertid reduseres slik at det kommer såvidt under grensen som indikerer tilstanden ”god” i følge SFTs veileder ved denne simulerte økningen. Det anbefales å følge med på siktedypet ved utvidet produksjon.		

Forord

Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Wenberg Fiskeoppdrett AS, Edelfarm og Salten Stamfisk AS. Jens Kristensen har utført feltarbeidet som har bestått av å registrere hydrografiske parametre i ved to stasjoner i området. Vi takker Geir Wenberg for å ha fremskaffet data vedrørende produksjon av oppdrettsfisk i fjorden.

Bodø, den 30. oktober 2009

Morten Krogstad

Argus Miljø AS

Innhold

1	INNLEDNING OG BAKGRUNN	5
2	METODEBESKRIVELSE	7
2.1	Fjordmiljø beskrivelse	7
2.1.1	<i>Fysiske Forhold</i>	7
2.1.2	<i>Tilførsler</i>	8
2.1.3	<i>Topografiske beregninger</i>	9
3	RESULTATER	10
3.1	Fjordmiljøresultater	10
3.1.1	<i>Tilstand 1994</i>	10
3.1.2	<i>Tilstand 2009</i>	11
3.1.3	<i>Modellerte resultater</i>	12
3.1.4	<i>Endring av oppdrettsproduksjon</i>	14
3.2	Hydrografi	15
4	DISKUSJON	18
5	KONKLUSJON	19
	REFERANSELISTE	20
	VEDLEGGSOVERSIKT	21

1 Innledning og bakgrunn

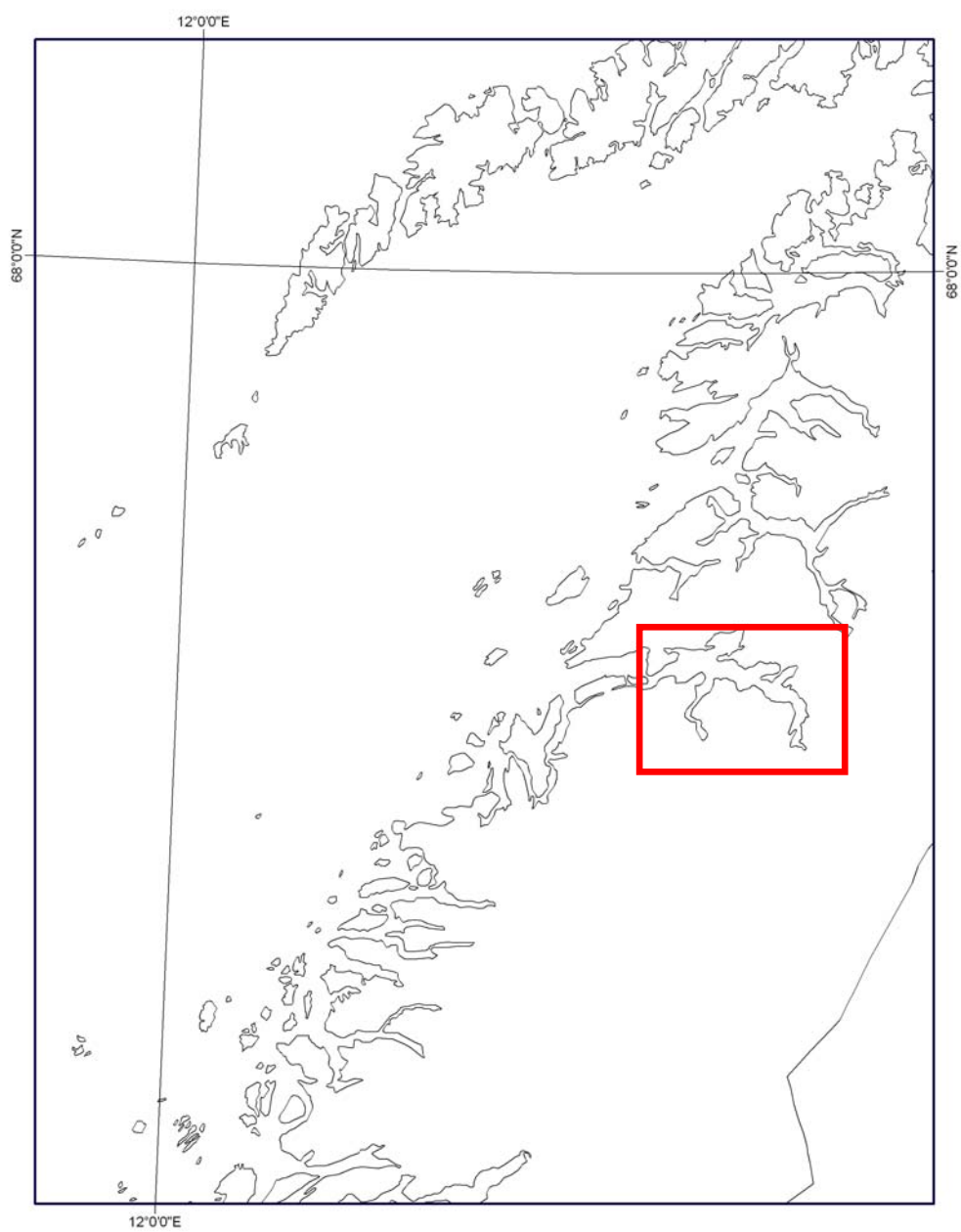
Denne undersøkelsen er ment å være grunnlag for å vurdere Skjerstadvjordens evne til å omsette tilførsler fra antropogene kilder

Verktøyet som er benyttet til denne beregningen er vannkvalitetsmodellen "Fjordmiljø", eller "FjordEnv 3.3" utviklet av Professor Anders Stigebrandt ved Universitetet i Gøteborg (Stigebrandt A. 2001). Utviklingen av modellen ble utført på oppdrag fra Miljøverndepartementet og SFT.

Argus Miljø AS var til stede på lokaliteten i Skjerstadvjorden (Fig. nr.1) 5. oktober 2009 for å ta en hydrografisk profil i terskelbassenget og måle oksygenforhold i vannet **utenfor** fjordens terskel (Saltenfjorden), og i bassengvannet innenfor terskelen. Ideelt sett bør fjordens areal måles i 5-10 dyp og terskelens bredder i 5 dyp. I dette tilfellet har vi beregnet fjordarealet i 7 dyp og terskelens bredde i 3 dyp. Fjordsystemet som modelleres i denne rapporten er en resipient for flere antropogene kilder som kloakk, husdyrhold, naturlig avrenning, fiskeoppdrett etc. I fjorder med lav selvrenssevne vil slike tilførsler kunne tappe ut oksygenreserver i bassengvannet og begrense leveområder for viltlevende fisk.

Med en gitt størrelse på miljøbelastningen, dvs mengden tilført materiale pr tidsenhet fra ulike menneskelige aktiviteter kan miljøeffektene bli svært ulike i ulike fjorder. Fjordens fysiske forhold vil spille en avgjørende rolle for effektene. I en fjord med hurtig utskiftning og kort oppholdstid for vannet, vil miljøeffektene bli mye mindre enn i en fjord med langsom utskiftning.

Miljøeffektene som behandles i Fjordmiljømodellen begrenser seg til såkalte eutrofieringseffekter, forårsaket av tilførsler av plantenæringssalter og organisk materiale. Effekter av spredning av andre ulike typer kjemiske forbindelser vil ikke bli behandlet. Miljøeffektene må kvantifiseres og ved eutrofieringsvurderinger er det vanlig å kvantifisere miljøeffektene i overflatelaget ved forandringer i siktedyp og i dypere lag ved forandringer i oksygenforhold. De beregnede forandringene er midlere forandringer for hele fjorden. I tillegg til normaltstand vil vi presentere resultater som følge av ytterligere påvirkning av resipienten. Vi simulerer en økt produksjon på 15.000 tonn laks over dype områder, dvs over bunn som ligger dypere enn terskeldyp. Disse resultatene presenteres og drøftes senere i rapporten. Det presiseres at resultatene presentert av modellen er retningsgivende og ikke absolutte. Skjerstadvjorden er en "ekstrem" fjord med Saltstraumen som en viktig bidragsyter.



Figur nr. 1. Kartutsnitt. Skjerstadvjorden er avmerket med rødt rektangel.

2 Metodebeskrivelse

2.1 Fjordmiljø beskrivelse.

Vannkvalitetsmodellen "Fjordmiljø" er utviklet for å stille generelle diagnoser av tilstanden i fjorder. Vi kan beregne gjennomsnittlige forandringer for hele fjorden i siktedyp, og oksygenforholdenes endring som følge av utslipp av næringssalter, organisk materiale samt vannutskiftningshastighet og partikulær migrasjon både horisontalt og vertikalt. Vannutskiftningen, og dermed effektene av utslipp av plantenæringsalter og organisk materiale er også sterkt avhenging av dybdeforholdene i fjorden. Der er ikke tatt hensyn til evt bidrag fra sidefjorder i denne rapporten.

2.1.1 Fysiske Forhold.

Det behøves følgende informasjon om fjordens/terskelens dybdeforhold:

- Største fjorddyp
- Areal i flere dyp
- Terskeldyp
- Terskelbredde i flere dyp

	Depth	Area
min	0	260
	5	197
	50	136
	100	119
	300	73
	500	28
max	527	1

	Depth	Width
min	0	255
	5	225
max	26	75

Channel formed mouth
 Fjord mouth is channel-formed
Length of channel (m)
2000

Compute Topogr. Conditions

Figur nr. 2. Fjord og terskeltopografi.

Før beregningene av fjordens kapasitet kan utføres, legges en del målte resultater og forutsetninger inn i modellen: Topografi, secchidyp, oksygenverdier i nytt bassengvann, ferskvanntilførsler og næringsalter (Fig. nr. 2 og 3). De andre parametrene beregnes ut ifra fjordens beliggenhet. Fjordens arealer i flere dyp og munningsavstander legges inn i modellen. Det er benyttet arealer og avstander beregnet for modelleringen i 1994.

Location		
Location Norway	Region Nordland	
Natural conditions		
Secchi depth, typical summer value (m) 6	Background deepwater mixing (W/m^2) 0,00003041	Freshwater supply (annual mean) (m^3/s) 156
Oxygen conc. in "new" basin water ($ml\ O_2/l$) 5,91	Deltaro (kg/m^3) 0,828	Power supply from interior sills (kW) 0
Tidal amplitude - M2+S2(m) 1,01	Sigmara (kg/m^3) 0,61	Flux of organic matter ($gC/m^2/month$) 5,5
Semidiurnal contribution (fi) 1,111111	Int circulation forcing (kg/m^2) 18	Find Natural Conditions
Supplies from land and fish farming		
Production, shallow areas (tons/yr) 0	Phosphorus, annual supply (tons) 38	Excess feed (%) 5
Production, deep areas (tons/year) 15960	Nitrogen, annual supply (tons) 812	Run fjord physics

Figur nr. 3. Forutsetninger for kapasitetsberegningene.

2.1.2 Tilførsler

Nedslagsfelt og avrenningsdata er parametre som bør fremskaffes for å kunne beregne mest mulig nøyaktige "naturlige" tilførsler av næringsalter og organisk materiale. I dette tilfellet har vi benyttet innsamlet data fra en tidligere beregning utført for fjorden, disse dataene kan avvike fra dagens tilstand. (Skreslet 2002). I modellen er det er lagt inn en produksjon på 15.960 tonn produsert fisk pr år. **Det bemerkes at maksimalt tillatt (MTB) for selskapene som driver i fjorden i dag er 9.400 tonn.** Det totale tillatte MTB er ikke fullt utnyttet. Totalt utnyttet i 2009 er 5.085 tonn. (Tabell nr. 2). Alle produksjonsdata er mottatt fra Geir Wenberg.

Tilførselen av ferskvann domineres som oftest av avrenningen fra landområder. (Tabell nr.1)

Tabell nr. 1. Beregnede fosfor og nitrogenmengder basert på tall fra Miljøundersøkelse i Skjerstadvjorden II (Skreslet 2002b).

Kilde	Tonn fosfor pr år	Tonn nitrogen pr år	Ferskvannstilførsel m ³ /sek
Bosetning/Naturlig bakgrunnsavrenning	38	812	156

Tabell nr. 2. Oppgitt utnyttelsesgrad i forhold til godkjent MTB i Skjerstadvjorden (Kilde Geir Wenberg).

Oppdrettsfirma	Art	MTB	Utnyttet 2008	Utnyttet 2009	Forventet utnyttet 2010
Gigante Offshore AS (går ut i 2009)	Torsk	1560	100	150	0
White Ocean AS	Torsk	3160	1500	1500	1000
Edelfarm AS	Laks	1 560	1 560	1 560	1 560
Wenberg Fiskeoppdrett AS	Laks	1 560	1 560	1 560	1 560
Salten Havbruk AS avd. Rognan	Laks		15	15	15
Salten Havbruk AS avd. Breivik	Laks	350	200	200	200
Salten Stamfisk AS	Laks	1 560	0	100	1 400
Sum		9 750	4 935	5 085	5 735

2.1.3 Topografiske beregninger

Alle topografiske data som er benyttet er hentet fra tidligere beregninger (Skreslet 2002b) Areal i syv dyp er beregnet ved hjelp av planimetrering av sjøkart Den Norske Kyst, kart nr. 227 (Skreslet 2002). Munningsavstander er beregnet ved hjelp av økonomisk kart.

2.1.4 Hydrografi/siktedyp

Målingene av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en Sensordata SD 204. Målinger ble registrert hvert sekund, og sonden ble senket og hevet med en hastighet på 0,5 m/sek. Siktedypet ble målt ved å senke en hvit skive, 30 cm i diameter, til denne ikke lenger var synlig med det blotte øye. Fargen ble avlest ved halve dypet.

3 Resultater

3.1 Fjordmiljøresultater

3.1.1 Tilstand 1994

Under måleprogrammet sommeren 1994 ble det registrert følgende resultater:

- Oksygenverdi i ”nytt”vann, dvs vann som strømmer inn over terskelen sommerstid (Tabell nr. 3). *
- Oksygenverdi på 520 m i terskelbassenget (Tabell nr. 3).**
- Siktedypet måles med en Secchi-skive, diameter 30 cm, som gir et mål for gjennomsjinneligheten i sjøvannet. Siktedypet er der hvor skiven så vidt er synlig, fargen registreres etter at skiven er heist opp til halve siktedypet. (Tabell nr. 3).***

Tabell nr. 3. Oksygen og secchi målinger innenfor terskel, Skjerstadvfjorden og utenfor terskel, Saltenfjorden 1994.

	Nord	Øst	Dyp (m)	Oksygen ml/l	Secchi dyp (m) ***	Secchi farge ***
* Oksygen Saltenfjorden	67.15.92	14. 38.04	26	7,00	8	(Hvit-grønn)
** Oksygen Skjerstadvfjorden	67.15.00	14.50.33	520	6,00	8	(Grønn hvit)

Resultatene fra 1994 viser at både oksygenverdier og secchidyp tilfredsstillt kravene til tilstandsklasse I – ”Meget god” i følge ”Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann” (Tabell nr. 6.) (Skreslet 2002b).

3.1.2 Tilstand 2009

Under feltundersøkelsen i oktober 2009 ble det registrert følgende resultater:

- Oksygenverdi i ”nytt”vann, dvs vann som strømmer inn over terskelen sommerstid (høst) (Tabell nr. 4). *
- Oksygenverdi på 516 m i terskelbassenget (Tabell nr. 4).**
- Siktedypet måles med en Secchi-skive diameter 30 cm som gir et mål for gjennomskinneligheten i sjøvannet. Siktedypet er der hvor skiven så vidt er synlig (Tabell nr. 4).***

Tabell nr. 4. Oksygen og secchi målinger innenfor terskel, Skjerstadvjorden og utenfor terskel, Saltenfjorden 2009.

	Nord	Øst	Dyp (m)	Oksygen ml/l	Secchi dyp (m) ***	Secchi farge ***
* Oksygen Saltenfjorden	67.14.73	14. 35.68	24-26	5,91	17	(Hvit-grønn)
** Oksygen Skjerstadvjorden	67.15.00	14.50.33	516	5,20	6	(Grønn hvit)

Resultatene viser at oksygenverdiene tilfredsstillende kravene for tilstandsklasse I – ”Meget god”. Secchimålingen viser 6 m, en verdi som kvalifiserer for tilstand II – ”God” i følge ”Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann” (Tabell nr. 5.). Det bemerkes at secchi målingene er tatt på høsten og vil dermed kunne avvike fra målinger tatt på sommeren. Det ble det tatt en secchi-måling 6/8 2009 av Høgskolen i Bodø på samme lokalitet, som også viser 6 meter.

Tabell nr. 5. Klassifisering av tilstand for oksygen-innhold i dypvann og typisk siktedyp sommer. (Tabell nr. 6 i "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann". SFT-rapport 97:03).

		Tilstandsklasser				
	Parametre	Meget god I	God II	Mindre god III	Dårlig IV	Meget dårlig V
Dypvann	Oksygen (ml O ₂ /l)	>4.5	4.5-3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	>1.5
	Oksygen metning (%)	>65	65-50	50-35	35-20	>20
Overflate	Siktedyp sommer (m)	>7.5	7.5-6.0	6.0-4.5	4.5-2.5	>2.5

3.1.3 Modellerte resultater

Det beregnes en generell fjorddiagnose, som hastigheter i munning, indre bølger, intermedier sirkulasjon, oppholdstid for vann over terskeldyp, synkehastighet på partikulært materiale og en del resultater vedr. forholdene i bassengvannet (Fig. nr. 5). De topografiske forholdene i fjorden og terskelområdet beregnes og presenteres i Fig. nr. 4.

Tabell nr. 6. Nøkkeltall fra regnemodellen trukket ut fra fig. 4 og 5.

Fjordens totale volum	km ³	44.70
Volum over terskeldypet	km ³	4.98
Volum under terskeldypet	km ³	39.72
Arealet på terskeldypet	km ²	168.53
Munningens vertikale areal	m ²	4350
Strupningskoeffisient		0.59
Tidevannshastighet i munningen	m/sek	4.98
Indre bølgers hastighet	m/sek	0.43
Oppholdstid over terskeldyp	døgn	8,39
Synketid for organiske partikler	døgn	17.33
Oksygenforbruk	ml/l/mnd	0.03
Tidsskala for oksygenforbruk	mnd	230
Tidsskala for vannutskiftning i basseng	mnd	5.15
Oksygen minimum ved bunnen	O ₂ ml/l	5.78

Topographic conditions in the fjord and the mouth			
Maximal depth of the basin (m)	527,00	Area at the sea surface (km ²)	260,00
Sill depth (m)	26,00	Area at sill level (km ²)	168,53
Mean depth of the sill basin (m)	235,69	Vertical cross-sectional area of the mouth (m ²)	4350,00
Volume of the fjord (km ³)	44,70152	Depth of half of the mouth area (m)	9,69
Volume above sill depth (km ³)	4,98059	The mouth is channel-formed	Yes
Volume of the sill basin (km ³)	39,72093	Length of mouth channel	2000
		Fjord area/Mouth area	59770,11

Figur nr. 4. Topografiske forhold i fjord og munning.

General fjord diagnosis			
Choking coefficient	0,59	Estuarine circulation (m ³ /s)	6871,61
Tidal speed in the mouth (m/s)	4,98	Residence time for water above sill level (days)	8,39
Speed of internal waves in the fjord (m/s)	0,43	Settling time for particular organic matter (days)	17,33
Intermediary circulation (m ³ /s)	0,00	The function f1	0,00
Tidally forced circulation (m ³ /s)	0,00	The function f2	0,00
Conditions in the basin water			
The fjord is a jet fjord, $c_i/\rho_0 = 8,657265E-02$		Work against the buoyancy forces (mW/m ²)	18,68
Filling time for basin water (days)	66,90	Background (mW/m ²)	0,03
Re-value of the sill basin	0,92	Tidally forced (mW/m ²)	18,65
Density reduction (kg/m ³ /month)	0,18	From interior sills (mW/m ²)	0,00
Oxygen consumption (ml/l/month)	0,03	Oxygen minimum in the basin water (ml/l)	5,78
Time-scale for water exchange (months)	5,15	Fjord improvement	
Time-scale for oxygen consumption (months)	230,15	to achieve O ₂ min=2 ml/l add power (kW)	0
		The Function f3	0,00
		Power supply to exterior basin (kW)	3143,3

Figur nr. 5. Generell fjorddiagnose.

Planteplankton og fekalier fra dyreplankton synker nedover i vannsøylen og brytes ned. I Fig. nr. 6. presenteres de naturlige fluksene av organisk materiale og bidrag fra oppdrettsvirksomheten som tilføres bassenget.

Fluxes of organic matter into the sill basin	
Carbon, natural (tons/year)	4638,08
Nitrogen, natural (tons/year)	816,77
Phosphorus, natural (tons/year)	113,03
UOD, natural (tons/year)	16233,28
From fish farming:	
Carbon from excess food and faeces (tons/year)	399,00
Nitrogen from excess food and faeces (tons/year)	71,82
Phosphorus from excess food and faeces (tons/year)	11,97
UOD from excess food and faeces (tons/year)	1396,50

Figur nr. 6. Naturlige flukser av organisk materiale til bassenget.

3.1.4 Endring av oppdrettsproduksjon

Change of Supplies from land, optional input	Change of Fish farming, optional input
Change of N-supply (%) -99	Change of production, shallow areas 0
Change of P-supply (%) -99	Change of production, deep areas 15000

Figur nr. 7. Simulert økning av produksjon med 15.000 tonn

Environmental changes	
Secchi depth, per cent of earlier value(%)	99,14
Oxygen consumption, change (%)	7,44
New Oxygen minimum in the basin water (ml/l)	5,77
Fjord improvement:	
to achieve O ₂ min=2 ml/l add power (kW)	N/A

Figur nr. 8. Resultat som følge av økning i produksjon av fisk med 15.000 tonn.

3.2 Hydrografi

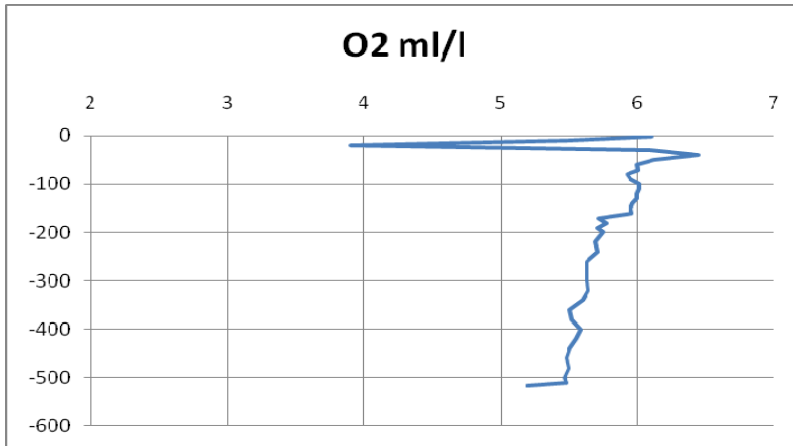
Plassering av hydrografistasjoner, hydrografisk profil innenfor terskel, tabeller med hydrografiske verdier er presentert henholdsvis i tabell nr. 7, 8 og 9 samt Fig.nr. 9, 10 og 11.

Tabell nr. 7. Kartkoordinater for plassering av hydrografistasjoner.

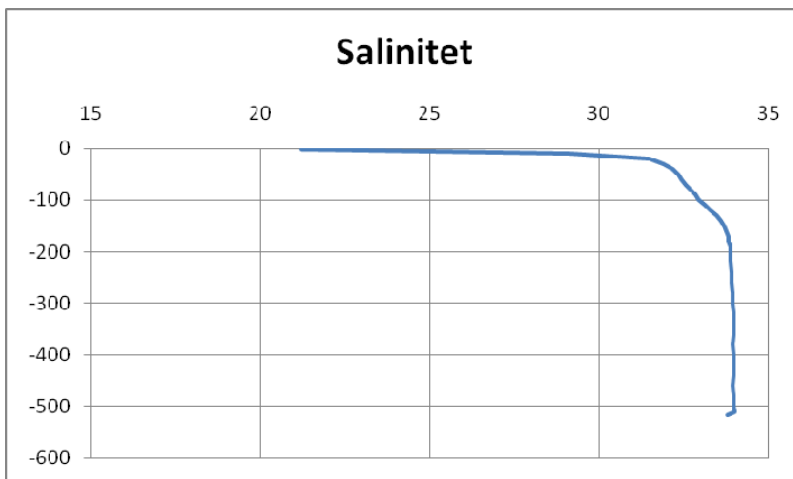
	Nord	Øst	Dyp (m)
STD 204			
Skjerstadvfjorden – innenfor terskel	67.15.02	14.50.35	516
Saltenfjorden – utenfor terskel	67.14.66	14.95.98	24-26

Tabell nr. 8. Hydrografiske data 24-26 m utenfor terskel (Saltstraumen).

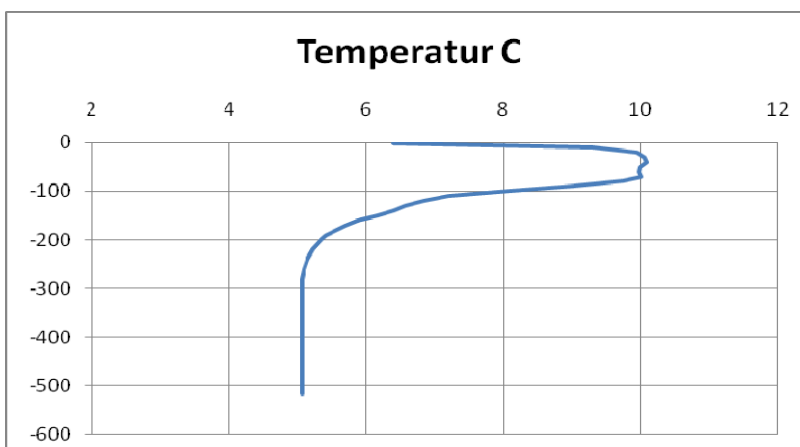
Dyp	Salinitet	Temperatur	ml/l
26	33,37	10,86	5,86
25,5	33,35	10,85	5,61
25,52	33,37	10,84	5,87
25	33,35	10,84	5,74
24,5	33,32	10,83	6,06
24	33,35	10,83	6,35
<i>Snitt</i>	<i>33,35</i>	<i>10,84</i>	<i>5,91</i>



Figur nr. 9. Hydrografisk profil i fjordbassenget. Blå linje beskriver vannets oksygeninnhold målt i ml/l.



Figur nr. 10. Hydrografisk profil i fjordbassenget. Blå linje beskriver vannets salinitet målt i ‰ salinitet.



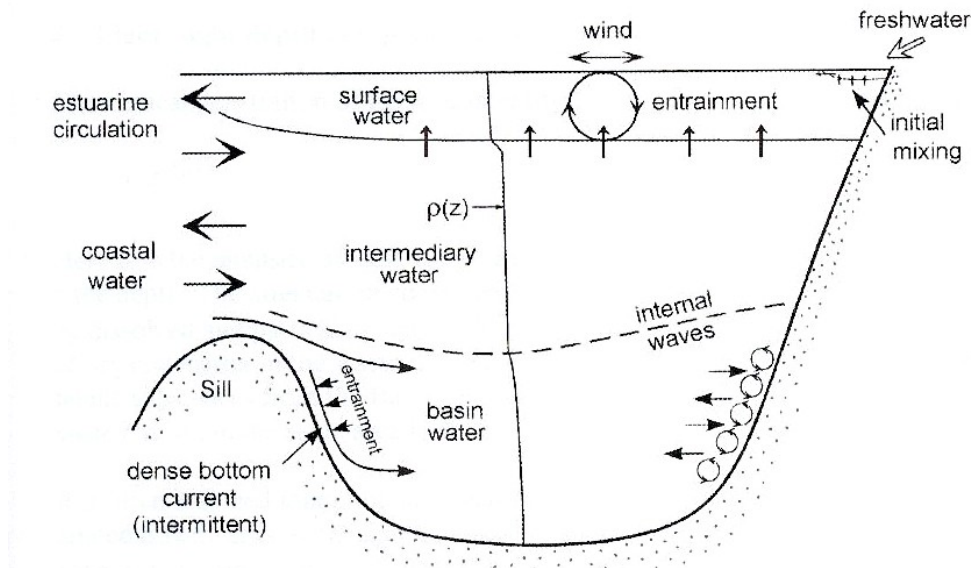
Figur nr. 11. Hydrografisk profil i fjordbassenget. Blå linje beskriver vannets temperatur målt i C°.

Tabell nr. 9. Hydrografiske data (profil) i terskelbassenget i Skjerstadvjorden 05/10 2009.

Dyp	Sal.	Temp	ml/l
1	21,22	6,404	6,11
10	29,15	9,299	5,49
20	31,5	9,948	3,90
30	31,89	10,059	6,10
40	32,2	10,097	6,45
50	32,33	9,991	6,12
60	32,43	9,976	5,99
70	32,55	10,014	6,01
80	32,7	9,746	5,93
90	32,85	9,023	5,95
100	32,93	8,08	6,01
110	33,12	7,192	6,01
120	33,3	6,841	5,99
130	33,47	6,562	5,99
140	33,6	6,401	5,96
150	33,69	6,159	5,95
160	33,76	5,869	5,96
170	33,83	5,692	5,72
180	33,82	5,548	5,77
190	33,87	5,4	5,71
200	33,88	5,34	5,75
220	33,89	5,222	5,69
240	33,91	5,142	5,71
260	33,92	5,087	5,63
280	33,95	5,066	5,63
300	33,95	5,063	5,63
320	33,98	5,057	5,64
340	33,97	5,056	5,60
360	33,98	5,057	5,51
380	33,96	5,057	5,52
400	33,98	5,058	5,58
420	33,99	5,058	5,55
440	33,99	5,057	5,51
460	33,96	5,057	5,48
480	33,99	5,056	5,50
500	33,99	5,056	5,46
510	34	5,056	5,48
516	33,78	5,065	5,20

4 Diskusjon

Modellen gir oss 5,78 ml oksygen pr l i dypvannet i bassenget (Tabell nr.6) etter en produksjon på 15.960 tonn pr år. **Det bemerkes at pr i dag er total tillatt biomasse 9.400 tonn i fjorden.** Modellen bruker 6.560 tonn mer enn tillatt total-produksjon. Med disse "produksjonstallene" havner vi innenfor tilstandsklasse I – "Meget god" i følge Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (Tabell nr. 5). Siktedypet som ble målt i sommer er i utgangspunktet på grensen mellom "god" og "mindre god" i henhold til SFT standarden. Tidevannshastigheten i munningen er beregnet til 4,98 m/sek og de interne bølgene (internal waves) 0.43 m/sek (figur nr. 12.). Den midlere oppholdstiden for vannet over terskeldyp (26 m) er 8,39 døgn. Dette vil bety at mye partikulært organisk materiale som tilføres de øvre vannlag, vil kunne fraktes ut av fjorden før dette sedimenterer og følgelig ikke medføre store endringer i bassengvannets kvalitet. Sedimenteringshastighet er beregnet til 17,33 døgn. I modellen er det utviklet en metode som beregner fullstendig utskiftningsintervall på bassengvannet. Modellen viser at også det dypeste vannet vil bli skiftet ut. I Skjerstadfjorden vil vannet skiftets ut ca hver 5,15 mnd. Intervallet for oksygenforbruk vil være ca 230 mnd og indikerer en god buffer slik at en ikke risikerer et høyere forbruk enn det bassenget klarer å erstatte. Forbruket av oksygen i et terskelbasseng er bestemt ved mengde og beskaffenhet av tilført organisk materiale. De fleste fjordbasseng får mesteparten av sitt oppløste oksygen i forbindelse med vannutskiftninger. For å få et begrep om fjordens evne til å omsette et økt bidrag av organisk materiale, er det i modellen simulert med økning av oppdrettsproduksjonen, nærmere bestemt en dobling av denne (figur nr. 7). Det er simulert med en økt produksjon på 15.000 tonn oppdrettsfisk (laks) over dypere områder (>26 meter). Ved fiskeoppdrett er det viktig å skille mellom oppdrett over dype og grunne områder. Grunne områder defineres som arealer hvor bunnen ligger grunnere enn terskeldypet +/-10 meter. Årsaken til differensiering mellom dype og grunne områder er at vannutvekslingen er mye hyppigere og oksygenkonsentrasjonene er vanligvis høye i grunne områder. I dypere områder blir vannet innestengt av terskelen og liggende for kortere eller lengre perioder. Oksygenkonsentrasjonen i dypvannet avtar grunnet oksidasjon av organisk materiale. Er stagnasjonsperioden for lang, kan vannet miste all oppløst oksygen og hydrogensulfid vil tilføres vannsøylen, slik at det dannes anoksiske forhold.



Figur nr.12. De viktigste prosessene i en fjord (Stigebrandt, A. 2001).

5 Konklusjon

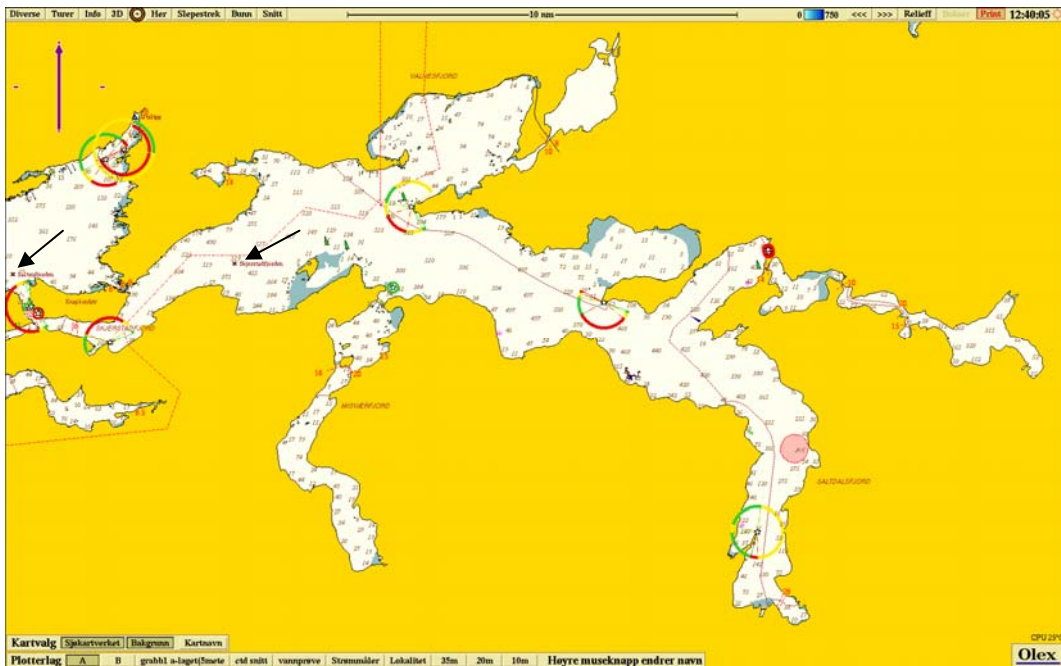
Forholdene i Skjerstadvjorden virker umiddelbart gode. Dette viser både de målte og de beregnede resultatene. Målt oksygenverdi i dypvannet er 5,20 ml/l, mens beregnet verdi er 5,78 ml/l., altså er verdien fra modellen noe mer liberal enn den målte verdien. Dette samsvarer med målinger og beregninger utført i 1994, hvor målt oksygenivå var lavere enn modellens beregning av oksygenminimum (Skreslet 2002a). Begge verdiene er også denne gangen innenfor tilstand I "Meget God". Simulering med en ytterligere produksjonsøkning på 15.000 tonn pr år, viser at siktedyp og oksygenverdier ikke vil gå nevneverdig ned. Nytt oksygenminimum vil være 5,77 og siktedypet vil være 99,14 % av opprinnelig målt siktedyp, 6 m. Nytt siktedyp vil være 5,95 m og kvalifisere for tilstand III – "Mindre god". Det bemerkes at dette vil være ved en produksjon på ca 30.000 tonn, og at det pr dags dato ikke produseres mer enn i overkant av 5.000 tonn og at totalt tillatt MTB for fjorden er 9.400 tonn. Siktedypet i 1994 var 2 meter over målt verdi sommeren 2009. Dette kan indikere at en økt produksjon i fjorden bidrar til disse endringene. Det kan også skyldes andre lokale forhold. Som en enkel oppfølging av denne modelleringen vil vi anbefale en undersøkelse av siktedypet etter prosedyre oppgitt i metodedelen av rapporten. Dette kan oppretter selv gjøre med enkle redskaper. Merk at topografiske forhold kan forårsake oksygenfattig dypvann lokalt selv om modellen gir fjorden generelt gode verdier. Det vil også være hensiktsmessig å foreta målinger av oksygenforhold i dypvannet gjennom året for å kunne registrere eventuell reduksjon igjennom året.

Referanseliste

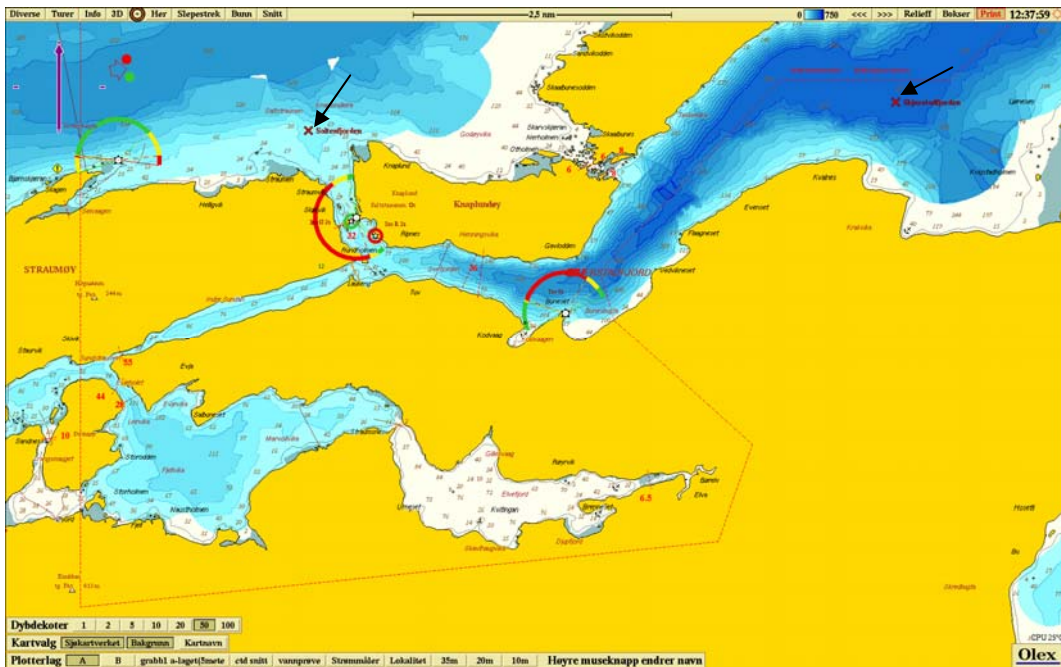
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport nr. TA-1467/1997. 36 s.
- Skreslet, S. 2002a. Miljøundersøkelse i Skjerstadvfjorden 2. Resultater fra simuleringer med regnemodell. Pp. 21. Høgskolen i Bodø.
- Skreslet, S. 2002b. Miljøundersøkelser i Skjerstadvfjorden 1. Resultat fra måleprogrammet. Pp. 54. Høgskolen i Bodø.
- Stigebrandt, A. 2001. Fjordenv – A water quality model for fjords an other inshore waters. 41 s.
- Stigebrandt, A. 1986. Modellberegningar av en fiskeodlings miljøbelastning. Niva-rapport nr. 0-86004. 20 s.

Vedleggsoversikt

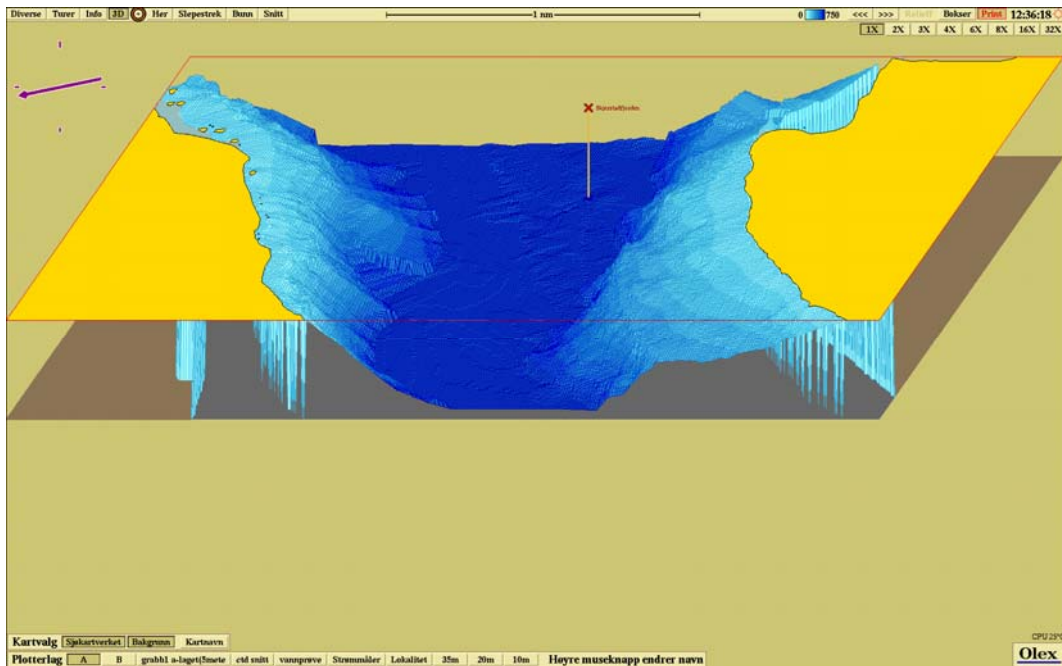
Vedlegg nr.1-4. Kartutsnitt over lokalitetsområdet.....	22
---	----



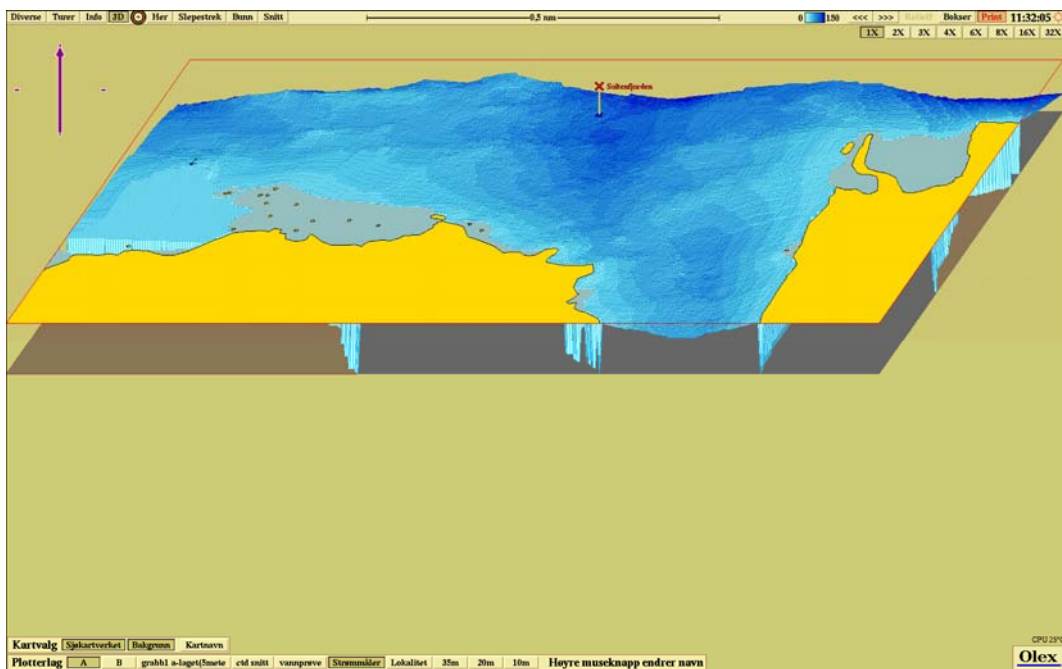
Vedlegg nr. 1. Oversiktskart fra OLEX kartsystem. Stasjonene er tegnet inn med kryss. Lilla pil viser retning mot nord.



Vedlegg nr. 2. Kart over terskelområdet fra OLEX kartsystem. Hydrografistasjonene er tegnet inn med kryss. Lilla pil viser retning mot nord.



Vedlegg nr. 3. 3D Kart over bassengområdet fra OLEX kartsystem. Hydrografistasjonen er tegnet inn med kryss. Lilla pil viser retning mot nord.



Vedlegg nr. 4. 3D Kart over hydrografistasjonen utenfor Skjerstadvjorden fra OLEX kartsystem. Hydrografistasjonene er tegnet inn med kryss. Lilla pil viser retning mot nord.